

KAJIAN PROPORSIONAL MODEL SUMBER DAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG

Jantje Bernhard Mangare

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unsrat

Bonny F. Sompie, Huibert Tarore

Dosen Pascasarjana Teknik Sipil Unsrat

ABSTRAK

Permasalahan dalam suatu proyek konstruksi bisa dihindarkan jika proporsi penggunaan sumber daya sudah tepat. Sumber daya proyek konstruksi adalah suatu kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi, yang memerlukan sistem manajemen yang baik agar dapat memanfaatkannya secara optimal.

Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan untuk menentukan proporsi yang tepat sesuai dengan kebutuhan sumber daya, yang bertujuan mengidentifikasi, menganalisa, dan mencari beberapa variabel, serta hubungan antar variabel yang mempengaruhi ketepatan proporsi sumber daya material, manusia, dan peralatan dalam pelaksanaan suatu konstruksi di Manado dan sekitarnya.

Hasil yang diperoleh dapat dijadikan acuan untuk estimasi proporsionalitas sumber daya terhadap X_1 (nilai kontrak), X_2 (durasi kegiatan), dan X_3 (jumlah tingkat) dalam pembangunan struktur bangunan gedung di wilayah Manado untuk jenis bangunan bertingkat satu, dua, dan tiga.

Kata Kunci : sumber daya, pemodelan, gedung, proporsional

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Faktor biaya adalah bahan pertimbangan utama dalam penyelenggaraan konstruksi, karena menyangkut jumlah investasi yang besar dan harus ditanamkan oleh kontraktor yang rentan terhadap resiko kegagalan.

Kegiatan pelaksanaan proyek konstruksi dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara, yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk dengan kriteria-kriteria yang telah digariskan secara jelas dalam kontrak.

Sumber daya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis dimana dalam mengoperasikan sumber daya-sumber daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal.

Semua unsur *input* pada proyek konstruksi perlu diatur sedemikian rupa sehingga

proporsi unsur-unsur yang menjadi kebutuhan dalam proyek konstruksi tersebut dapat tepat dalam penggunaannya dan proyek dapat berjalan secara efisien. Ketepatan perhitungan kebutuhan tersebut sangat dibutuhkan dalam perencanaan. Ketidaktepatan perhitungan akan menyebabkan pembengkakkan biaya sehingga efisiensi proyek sulit dicapai (Hermiati, 2007).

Pengendalian secara terpadu untuk keseluruhan proses konstruksi harus ditunjang dengan upaya koordinasi dan pengorganisasian yang baik agar tidak terjadi kesimpangsiuran. Ketepatan perhitungan proporsi sumber daya yang harus dikeluarkan oleh suatu proyek konstruksi, akan terorganisasi apabila terdapat suatu standar yang digunakan sebagai acuan sehingga penggunaan *cost* secara efisien akan tercapai.

Perencana proyek membutuhkan suatu metoda yang tepat dan akurat dalam menganalisis proporsi komposisi yang diinginkan. Hal tersebut harus dilaksanakan dalam perencanaan awal sebelum masa konstruksi dimulai sehingga perlu dilakukan

suatu penelitian yang detail terhadap faktor pembiayaan, terkait dengan komposisi sumber daya seperti upah tenaga kerja, material, dan alat.

Perumusan Masalah

Permasalahan dalam proyek konstruksi umumnya terjadi karena kurang tepatnya perhitungan dalam perencanaan yang menyebabkan tingginya biaya yang harus dikeluarkan. Untuk itu diperlukan ketepatan proporsi penggunaan sumber daya, sehingga permasalahan-permasalahan tersebut dapat dihindari. Dalam penelitian ini akan ditentukan model perhitungan proporsi yang sesuai untuk kebutuhan sumber daya diantaranya proporsi tenaga kerja, material, dan peralatan pada suatu proyek konstruksi.

Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Proyek konstruksi yang akan ditinjau yaitu bangunan gedung.
2. Dalam hal ini tinjauan yang dilakukan yaitu sekitar wilayah Manado dengan menganggap letak lokasi proyek berada pada domisili yang sama sehingga perbedaan harga satuan bahan dan upah pada tiap wilayah diabaikan.
3. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi yang sudah selesai sehingga sudah diketahui bagaimana mobilisasi biaya yang terdapat pada proyek tersebut.
4. Tinjauan yang dilakukan akan dibatasi pada alokasi biaya yang dikeluarkan untuk sumber daya proyek konstruksi.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemodelan proporsi sumberdaya pada proyek konstruksi untuk menghitung proporsi sumberdaya yang tepat di dalam pelaksanaan proyek konstruksi tersebut.

LANDASAN TEORI

Membuat Rencana Anggaran Biaya

1. Rencana Anggaran

Yang dimaksud dengan Rencana Anggaran Biaya adalah merencanakan biaya dari satuan bangunan di mana dalam pelaksanaan tidak mengeluarkan biaya yang

berlebihan dan dapat mengendalikan biaya yang dibutuhkan, sehingga pada akhirnya pekerjaan tersebut mengeluarkan biaya seekonomis mungkin.

Membuat suatu rencana anggaran pada suatu bangunan tidak terlepas dari gambar Bestek, di mana gambar suatu bangunan diperlukan agar kita bisa membuat suatu acuan di dalam pelaksanaan. Gambar Bestek merupakan gabungan dari beberapa buah gambar rencana.

2. Anggaran Biaya

Menyusun anggaran biaya merupakan kegiatan menghitung atau menaksir harga dari suatu pekerjaan bangunan. Anggaran ini dapat dibuat dengan beberapa metode perkiraan yang secara garis besar dibagi atas dua bagian, yaitu metode anggaran biaya taksiran dan metode anggaran biaya teliti.

Proyek Konstruksi

1. Definisi

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan dan kejadian yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dan membuahkan hasil dalam suatu jangka tertentu dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia.

2. Tipe Proyek Konstruksi

Pelaksanaan konstruksi adalah pelaksanaan semua kegiatan yang dilakukan dalam mentransformasikan gambar-gambar arsitektur dan *engineering* menjadi bangunan fisik. Konstruksi telah memasuki semua bidang kehidupan manusia dan sifat keragaman bidang tersebut dicerminkan pula dalam proyeknya. Untuk itu sangatlah sulit mengklasifikasikan jenis-jenis proyek konstruksi. Namun diusahakan untuk mendapatkan tipe-tipe proyek konstruksi secara umum.

Adapun tipe proyek konstruksi dibagi dalam empat tipe utama, yaitu konstruksi pemukiman, konstruksi gedung, konstruksi rekayasa berat dan konstruksi industri.

3. Faktor-faktor Penentu Lamanya suatu Kegiatan

Lama kegiatan adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, yang dimulai dari saat awal pada saat kegiatan mulai dikerjakan

sampai dengan saat akhir pada saat kegiatan selesai dikerjakan.

Satuan untuk mengukur lama kegiatan tergantung dari macam kegiatannya, biasanya dalam jam, hari, minggu, bulan atau tahun. Pada umumnya satuan waktu yang digunakan adalah hari.

Siklus Proyek

Setiap proyek memiliki tahapan-tahapan aktivitas yang dikenal dengan *project life-cycle*. Tahapan-tahapan aktivitas proyek adalah: (1) *conceptualization*, (2) *planning*, (3) *execution*, dan (4) *termination* (Pinto et al, 1987). Pemahaman terhadap tahapan-tahapan aktivitas proyek akan sangat bermanfaat bagi manajer proyek dalam mengalokasikan sumberdaya, baik sumber daya keuangan, peralatan, manusia, maupun sumberdaya lainnya (King, 1983). Setiap tahapan proyek memerlukan alokasi sumberdaya yang berbeda.

1. Tahap *Conceptualization*

Conceptualization adalah tahapan pertama dalam *project life-cycle*. Seiring dengan semakin kompleksnya aktivitas organisasi, *top manager* merasakan kebutuhan akan perlunya melaksanakan aktivitas khusus yang secara spesifik berbeda dengan aktivitas yang umum dan rutin dilakukan di organisasi (Galbraith, 1973).

2. Tahap *Planning*

Planning adalah tahap kedua dalam *project life-cycle*. Dalam tahap ini ditetapkan dan diformalkan tujuan khusus yang akan dicapai melalui aktivitas proyek (King, 1983). Selanjutnya, setelah tujuan proyek ditetapkan, ditentukan manajer proyek yang bertanggungjawab penuh terhadap keberhasilan operasionalisasi proyek. Manajer proyek mempertanggungjawabkan aktivitas dan keberhasilan proyek langsung ke pemilik proyek atau pelanggan (Stephanou dan Obradovitch, 1985).

3. Tahap *Execution*

Execution adalah tahap ketiga dalam *project life-cycle*. Tahap ini merupakan operasionalisasi dari perencanaan yang telah dibuat (Adam dan Barndt, 1983). Dengan demikian tensi aktivitas proyek dalam tahap ini akan sangat tinggi, sehingga kebutuhan

sumberdaya adalah terbanyak jika dibanding dengan tahapan lain dalam *project life-cycle* (King, 1983). Tahap ini merupakan titik kritis dari keseluruhan tahapan dalam *project life-cycle* karena hasil dari aktivitas dalam tahapan ini akan menentukan efektif-tidaknya suatu proyek (Pinto et al, 1987; King, 1983).

4. Tahap *Termination*

Termination adalah tahap terakhir dalam *project life cycle*. Dalam tahap ini tensi aktivitas proyek mulai menurun, karena tujuan proyek sebagian besar telah dicapai, dan pada akhirnya jika seluruh tujuan proyek telah tercapai pada waktu yang telah ditentukan maka proyek tersebut berakhir. Pada tahapan ini mulai dilakukan realokasi sumberdaya yaitu mengembalikan sumberdaya ke tempat asal semula, membuat laporan pertanggungjawaban, dan menyerahkan hasil proyek kepada pemilik proyek atau pelanggan (King, 1983).

Sumber Daya dan Pembiayaan Proyek Konstruksi

Sumber daya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Hal tersebut dilakukan terkait dengan ketepatan perhitungan unsur biaya, mutu, dan waktu. Bagaimana cara mengelola (dalam hal ini efektivitas dan efisiensi) pemakaian sumber daya ini akan memberikan akibat biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumberdaya, proyek menginginkan agar sumber daya tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya, digunakan secara optimal dan dimobilisasi secepat mungkin setelah tidak diperlukan.

Secara umum sumber daya adalah suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi. Sehingga lebih spesifik dapat dinyatakan bahwa sumber daya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan

juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasikan sumber daya-sumber daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal.

Langkah pertama dalam pengelolaan biaya proyek yaitu membuat perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan sumber daya. Baik berupa sumber daya manusia maupun bukan sumber daya manusia, seperti material dan peralatan. Dalam hal ini yang dimaksud dengan perencanaan sumber daya adalah proses mengidentifikasi jenis dan jumlah sumber daya sesuai jadwal keperluan yang telah ditetapkan.

Analisis Regresi untuk Proporsi Sumber Daya

Analisis Regresi merupakan analisis ketergantungan dari suatu variabel yang tidak bebas dengan suatu peubah bebas. Hubungan antara variabel-variabel ini akan membentuk suatu garis pada grafik berdasarkan sebaran titik-titik yang terbentuk. (Dajan, 1986 dan Newman, 1990).

Hubungan tersebut dapat berbentuk garis lurus (*linier*) maupun bukan garis lurus (*nonlinier*). Analisis terhadap variabel-variabel yang berhubungan secara linier disebut analisis regresi linier, sedangkan untuk hubungan yang tidak linier disebut analisis regresi non linier. Persamaan yang diperoleh dari hasil analisis regresi disebut dengan persamaan regresi.

Dengan menggunakan analisis ini maka dapat dimodelkan suatu persamaan proporsionalitas sumber daya yang menggunakan nilai kontrak, durasi kegiatan, dan peralatan sebagai variabel-variabel, dengan cara melakukan tahapan pengujian terhadap parameter-parameter dari data-data biaya pembangunan gedung yang telah terlaksana. Bagan alirnya dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Regresi dan Korelasi

Pendugaan bahwa terdapat hubungan antara dua peubah atau lebih untuk dinyatakan dalam rumus matematika dapat dilakukan berdasarkan keeratan hubungan antara peubah-peubah tersebut.

a. Regresi linier.

Apabila suatu sampel acak berukuran n dari populasi yang dilambangkan dengan $\{(x_i, y_i); i = 1, 2, \dots, n\}$ serta suatu garis lurus yang dinyatakan dengan:

$$\hat{y} = a + bx \quad (1)$$

Garis regresi ini digambarkan pada diagram pencar seperti terlihat pada Gambar 2.

Nilai dugaan y ini merupakan nilai dugaan titik bagi y , sehingga kecil sekali kemungkinannya persis sama. Metode kuadrat terkecil sering kali dipakai untuk merumuskan nilai dugaan titik bagi a dan b berdasarkan data sampel. Metode ini memilih suatu garis regresi yang membuat jumlah kuadrat jarak vertikal dari titik-titik pengamatan ke garis regresi tersebut sekecil mungkin.

Jadi, bila e_i menyatakan simpangan vertikal dari titik ke- i ke garis regresi, seperti yang terlihat pada Gambar 3, maka jumlah kuadrat dari simpangan-simpangan, JKG, ini haruslah minimum.

Apabila terdapat $\{(x_i, y_i); i = 1, 2, \dots, n\}$, jumlah kuadrat kesalahan dapat ditulis:

$$JKG = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \quad (2)$$

dengan

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (3)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (4)$$

b. Uji bagi kelinieran regresi.

Apabila diambil sampel acak n pengamatan dengan k buah nilai x yang berbeda, yaitu x_1, x_2, \dots, x_k , maka pengamatan dapat dinyatakan $n = \sum_{i=1}^n n_i$. jika

y_{ij} = nilai ke- j bagi peubah acak Y_i

y_i = jumlah nilai-nilai Y_i dalam sampel

Dapat ditunjukkan bahwa

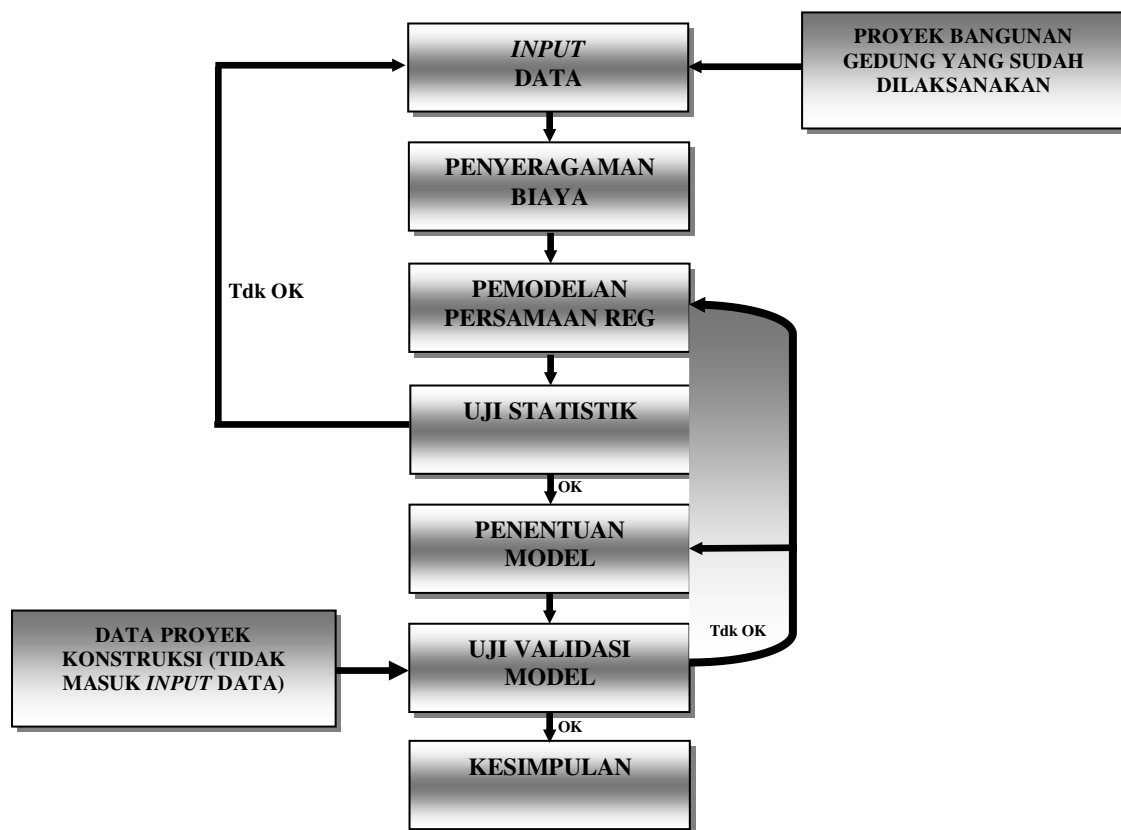
$$f = \frac{\chi_1^2 / (k-2)}{\chi_2^2 / (n-k)} \quad (5)$$

dengan

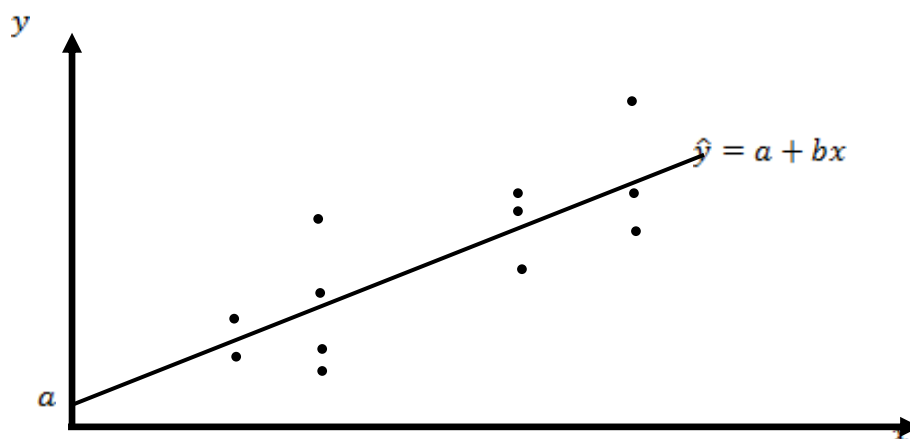
$$\chi_1^2 = \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n_i} - \frac{(\sum y_{ij})^2}{n} - b^2 (n-1) s_x^2 \quad (6)$$

$$\chi_2^2 = \sum y_{ij}^2 - \sum \frac{y_i^2}{n_i} \quad (7)$$

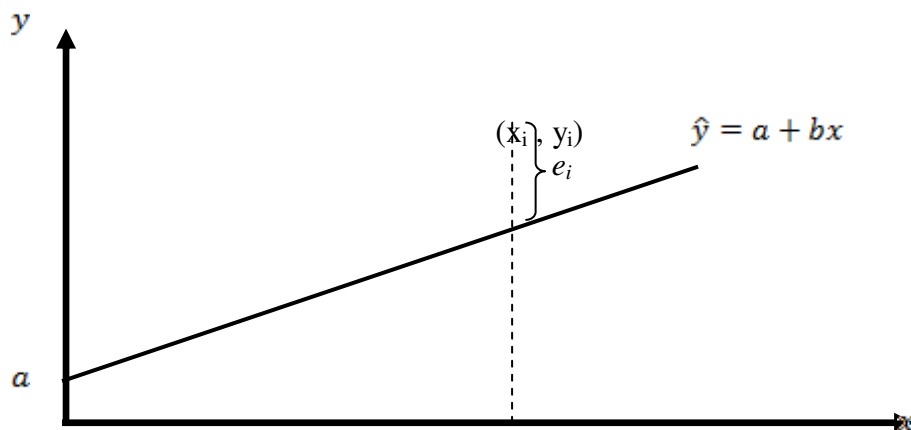
merupakan sebuah nilai bagi peubah acak F dengan $k-2$ dan $n-k$ derajat bebas bila semua $\mu_{Y|x}$ jatuh pada sebuah garis lurus, dan ini berarti statistik itu dapat digunakan untuk menguji hipotesis H_0 bahwa regresinya linier.



Gambar 1. Bagan Alir Pemodelan Proporsionalitas Sumber Daya Menggunakan Analisis Regresi.



Gambar 2. Diagram Pencar dan Garis Regresi.



Gambar 3. Kriteria kuadrat-terkecil.

Bila H_0 benar, $\chi^2_1/(k-2)$ dan $\chi^2_2/(n-k)$ keduanya merupakan nilai dugaan bagi σ^2 dan bersifat bebas satu sama lain. Akan tetapi, bila H_0 salah, $\chi^2_1/(k-2)$ menduga σ^2 secara berlebihan. Dengan demikian, kita tolak hipotesis bahwa garis regresinya linier pada taraf nyata α bila nilai f kita jatuh kedalam wilayah kritik berukuran α yang terletak di ujung kanan sebaran F -nya.

2. Regresi Berganda

Baiklah sekarang kita bicarakan masalah pendugaan atau pendugaan nilai peubah takbebas Y berdasarkan hasil pengukuran pada beberapa peubah bebas X_1, X_2, \dots, X_r . Persamaan untuk pendugaan berdasarkan hasil pengukuran pada beberapa peubah bebas X_1, X_2, \dots, X_r , dapat diperoleh dengan menggunakan prosedur kuadrat-terkecil terhadap data hasil pengukuran untuk menghitung koefisien regresinya.

Dengan hanya dua peubah bebas, persamaan regresi sampel dapat ditulis :

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (8)$$

dan untuk setiap pengamatan terdapat hubungan :

$$y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + e_i \quad (9)$$

Nilai dugaan kuadrat terkecil b_0, b_1 , dan b_2 dapat diperoleh dengan memecahkan persamaan simultan

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} = \sum_{i=1}^n y_i \quad (10)$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} = \sum_{i=1}^n x_{1i}y_i \quad (11)$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{2i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 = \sum_{i=1}^n x_{2i}y_i \quad (12)$$

Sistem persamaan linier tersebut dapat diselesaikan untuk mendapatkan b_1 dan b_2 dan kemudian b_0 dapat diperoleh dari persamaan pertama dengan mengamati bahwa

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}_1 - b_2\bar{x}_2 \quad (13)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Pengkajian baik secara literatur maupun pengumpulan, serta penelitian data dilaksanakan di wilayah Manado dan sekitarnya dimana masih merupakan daerah Provinsi Sulawesi Utara dimana data-data yang diambil maksimal berada pada tahun anggaran 2008.

Materi Penelitian

Berdasarkan sifat penelitian yakni studi literatur, maka bahan yang digunakan untuk penelitian ini yakni buku-buku literatur yang berhubungan dengan judul penelitian yang sedang dilaksanakan, file-file data yang dihasilkan lewat *browsing internet* dimana file-file ini berisi teori, panduan, dan atau hasil-hasil penelitian yang masih terdapat

hubungannya dengan penelitian yang sedang dilaksanakan. Untuk peralatan yang dipakai, yakni satu unit komputer lengkap dengan *accessories (notebook)*, satu unit alat cetak (*printer*), dan satu unit modem internet.

Rancangan Penelitian

Penulisan ini dikaji berdasarkan jenis penelitian non eksperimental, dimana hasil dari pengkajian ini, berdasarkan hasil yang dicapai, dapat dijadikan acuan untuk estimasi proporsionalitas sumber daya terhadap nilai kontrak, durasi kegiatan, dan peralatan dalam pembangunan struktur bangunan gedung disepuluh wilayah Manado untuk jenis bangunan bertingkat 1 (satu), 2 (dua) dan bertingkat 3 (tiga).

Penyeragaman Biaya Proyek

Pada bagian ini akan dilakukan penyeragaman terhadap biaya proyek berdasarkan tahun dimana proyek tersebut dilaksanakan. Penyeragaman ini dilakukan dengan cara melakukan konversi terhadap biaya proyek pada tahun yang sama sebagai tahun yang ditentukan sebagai referensi atau patokan. Tahun yang dijadikan patokan untuk konversi yaitu tahun 2008.

HASIL PENELITIAN

Data Penelitian

Data-data diambil untuk proyek-proyek dalam rentang waktu 1994 sampai 2008. Untuk itu data-data ini akan dibagi dalam dua bagian yaitu rentang waktu pertama dari 1994-2002 dan rentang waktu kedua dari 2003 sampai 2008. Hal ini dilakukan dalam rangka penyeragaman biaya untuk kepentingan penulisan. Sebagai uraian, untuk rentang waktu pertama maka biaya dari tahun 1994-2002 akan diseragamkan berdasarkan Faktor Penyeragaman Biaya, FPB, menjadi biaya berdasarkan FPB tahun 2003 atau dengan kata lain, untuk rentang pertama maka Harga Biaya proyek gedung akan sama dengan pada tahun 2003. Selanjutnya setelah hal ini dilakukan maka gabungan dari hasil penyeragaman biaya pada rentang pertama akan disesuaikan berdasarkan penyeragaman biaya dari tahun ke tahun di mulai dari tahun 2003. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Daftar Proyek Konstruksi Gedung (1994-2002) Setelah Diseragamkan

NO	Kontrak (Rp)	Durasi	Jmlh Tingkat	Tahun	Material (Rp)	SDM (Rp)	Peralatan (Rp)
1	643,739,195.33	150	2	1994	366,931,341.34	231,746,110.32	45,061,743.67
2	577,038,020.68	150	2	1995	392,385,854.06	80,785,322.90	103,866,843.72
3	1,395,680,699.48	180	2	1995	976,976,489.63	167,481,683.94	251,222,525.91
4	4,407,602,945.30	210	2	1995	2,776,789,855.54	1,410,432,942.50	220,380,147.27
5	830,608,205.69	120	2	1996	556,507,497.81	199,345,969.37	74,754,738.51
6	2,019,891,056.09	210	3	1996	1,312,929,186.46	262,585,837.29	444,376,032.34
7	1,243,121,898.31	150	3	1997	870,185,328.82	149,174,627.80	223,761,941.70
8	243,558,803.49	120	2	1998	207,024,982.97	31,662,644.45	4,871,176.07
9	3,068,389,092.30	210	3	1999	2,055,820,691.84	398,890,582.00	613,677,818.46
10	1,157,881,746.86	180	2	2000	683,150,230.65	208,418,714.44	266,312,801.78
11	1,600,913,453.31	210	3	1995	1,072,612,013.72	208,118,748.93	320,182,690.66
12	1,593,983,099.15	210	3	1997	1,083,908,507.42	286,916,957.85	223,157,633.88
13	1,287,231,929.05	150	2	1997	810,956,115.30	141,595,512.20	334,680,301.55
14	3,518,166,955.99	180	2	1997	2,392,353,530.07	773,996,730.32	351,816,695.60

Sumber :Hasil analisis

Tabel 2. Daftar Proyek Konstruksi Gedung (2003-2008)

NO	Kontrak (Rp)	Durasi	Jmlh Tingkat	Tahun	Material (Rp)	SDM (Rp)	Peralatan (Rp)
1	1,844,547,220.00	180	1	2005	1,328,073,998.40	332,018,499.60	184,454,722.00
2	35,404,600.00	63	1	2004	23,721,082.00	8,143,058.00	3,540,460.00
3	403,510,000.00	120	1	2007	322,808,000.00	72,631,800.00	8,070,200.00
4	521,100,000.00	180	1	2008	250,128,000.00	224,073,000.00	46,899,000.00
5	390,000,000.00	119	1	2008	284,700,000.00	85,800,000.00	19,500,000.00
6	20,259,400.00	90	1	2007	11,345,264.00	7,495,978.00	1,418,158.00
7	340,304,800.00	116	1	2008	139,524,968.00	105,494,488.00	95,285,344.00
8	2,567,957,000.00	150	2	2005	1,540,774,200.00	821,746,240.00	205,436,560.00
9	2,274,697,000.00	150	2	2005	1,251,083,350.00	727,903,040.00	295,710,610.00
10	2,377,582,000.00	150	2	2007	1,521,652,480.00	546,843,860.00	309,085,660.00
11	3,930,269,000.00	150	2	2007	2,908,399,060.00	707,448,420.00	314,421,520.00
12	823,500,000.00	90	1	2008	658,800,000.00	98,820,000.00	65,880,000.00
13	1,987,200,000.00	150	2	2005	1,470,528,000.00	238,464,000.00	278,208,000.00
14	357,650,000.00	120	1	2005	225,319,500.00	78,683,000.00	53,647,500.00
15	564,300,000.00	90	1	2007	310,365,000.00	124,146,000.00	129,789,000.00

Sumber :Hasil analisis

Tabel 3. Persamaan Regresi berganda dengan tiga variabel bebas

Variabel Terikat (Y)	Persamaan Regresi	R ²
Material (Y ₁)	$Y_1 = 0,71385 + 2,982451 \cdot 10^{-12} X_1 + 0,00087 \cdot X_2 - 0,0117 \cdot X_3$	0,338
SDM (Y ₂)	$Y_2 = 0,043252 - 1,17652 \cdot 10^{-12} X_1 + 0,00089 \cdot X_2 - 0,0106 \cdot X_3$	0,440
Peralatan (Y ₃)	$Y_3 = 0,164942 - 2,31943 \cdot 10^{-12} X_1 - 5,132 \cdot 10^{-05} \cdot X_2 - 0,088 \cdot X_3$	0,335

Sumber :Hasil analisis

Hasil Analisis

Untuk persamaan regresi berganda yang menggunakan 3 (tiga) variabel bebas yakni variabel nilai kontrak, durasi kegiatan, dan jumlah lantai maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel tersebut bisa dilihat bahwa untuk korelasi variabel dengan sumber daya dinilai cukup kuat, dimana nilai korelasinya sebesar 58,1% untuk sumber daya material, kemudian hubungan yang paling kuat terdapat pada sumber daya manusia yaitu mempunyai nilai korelasi sebesar 66,3%, sedangkan untuk sumber daya peralatan yakni sebesar 57,9%. Nilai-nilai korelasi ini merupakan besarnya sumbangan yang diberikan untuk penentuan sumber daya baik material, manusia dan

peralatan terhadap faktor nilai kontrak, durasi kegiatan proyek, dan jumlah tingkat gedung.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dapat diperoleh model matematis proporsi sumber daya proyek yakni:

1. Proporsi sumber daya material:

$$Y = 0,71385 + 2,982451 \cdot 10^{-12} X_1 + 0,00087 \cdot X_2 - 0,0117 \cdot X_3$$

2. Proporsi sumber daya manusia:

$$Y = 0,043252 - 1,17652 \cdot 10^{-12} X_1 + 0,00089 \cdot X_2 - 0,0106 \cdot X_3$$

3. Proporsi sumber daya peralatan:

$$Y_3 = 0,164942 - 2,31943 \cdot 10^{-12} X_1 - 5,132 \cdot 10^{-05} \cdot X_2 - 0,088 \cdot X_3$$

SARAN

Perlu dilakukan kajian dengan membedakan pengaruh domisili proyek yang memungkinkan adanya perbedaan proporsi sumber daya karena masing-masing daerah mempunyai harga satuan yang berbeda dan terkait dengan adanya pengaruh inflasi terhadap proporsi biaya proyek, maka dalam perencanaan awal sebelum masa konstruksi dimulai, pihak terkait harus melakukan penelitian detail terhadap faktor pembiayaan seperti kondisi perekonomian secara makro kedepan dengan memperhitungkan kenaikan harga akibat inflasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J. R., Barndt, S. E., 1983. *Behavioral Implications of the Project Life Cycle*, VNR, 1983.
- BPS, 2009. Manado dalam Angka, Manado, Sulawesi Utara.
- Dajan, A., 1986. Pengantar Metode Statistik, Jilid I dan II, LP3ES, Jakarta.
- Galbraith, J. K., 1973. *Designing Complex Organisations*, New York, Addison-Wesley.
- Gordon, S. P., 1989. *The Canadian Newsprint industry: Econometric models of different market structures*, Ontario, Canada.
- Hermiaty, D., 2007. *Pemodelan dan Analisis Proporsi Upah Tenaga Kerja pada Proyek Konstruksi*, Tesis Magister Manajemen Konstruksi, UII.
- King, W.,R., 1983. *Project Management Handbook*, New York: Van Nostrand Reinhold.
- Pinto, J.,K., et.all., 1986. *Variations in Critical Success Factors over the stages in project life cycle*, *Journal of Management*, 14, hal. 5-18.
- Stephanou, S.E., Obradovitch, M. M., 1985. *Project Management, Systems Development and Productivity*, Malibu, California.: Daniel Spencer.